

Sostenibilidad y mecanismos bioclimáticos de la arquitectura vernácula española: el caso de las construcciones subterráneas

Javier de Cárdenas y Chávarri, Luis Maldonado Ramos, María del Mar Barbero Barrera e Ignacio Javier Gil Crespo

Resumen. Las construcciones subterráneas constituyen uno de los tipos de arquitectura vernácula más extendidos por el territorio español. Del estudio pormenorizado de los condicionantes geológicos y climáticos, tipológicos, históricos y sociales definiremos los factores influyentes que han llevado a la adopción de este tipo de arquitectura. Al mismo tiempo se analizarán los mecanismos de aprovechamiento energético característicos de este tipo de construcciones y que han determinado las posibilidades de habitabilidad y uso. Finalmente, trataremos de desbancar la mal entendida connotación peyorativa otorgada y la relación de esta arquitectura con la sostenibilidad local.

Palabras clave. Aprovechamiento energético, arquitectura subterránea, casa-cueva, inercia térmica.

I. CONSIDERACIONES HISTÓRICAS

Las construcciones subterráneas y, en concreto aquéllas destinadas a vivienda, constituyen, según el distinguido antropólogo Julio Caro Baroja, un «modelo de habitación primitiva» [1], entendiendo una sociedad primitiva como una sociedad no industrializada. En numerosas ocasiones se ha querido ver una necesaria línea de continuidad entre las cuevas o abrigos naturales prehistóricos que habitaban los grupos de homínidos sin practicar en ellos nada que podamos entender como «arquitectura»: apenas unas separaciones con huesos o piedras entre las zonas destinadas a dormitorio y el hogar. Sin embargo, la vivienda subterránea española engloba una serie de tipos perfectamente definidos, utiliza unas técnicas constructivas basadas en la tradición y la experiencia y presenta un funcionamiento bioclimático sentenciado por el uso generacional. No obstante, García Mercadal, apoyándose en Torres Balbás nos insta a «ver en estas viviendas más que una supervivencia ancestral, basada en un estado de miseria, una feliz adaptación al medio geográfico, ya que debido a su orientación y disposición permiten más insolación y aireación que en la mayoría de las viviendas aldeanas formando callejas» [2].



Figura 1. *Las cuevas de los gitanos, en el Sacro Monte*, de G. Doré

Las cuevas prehistóricas son, efectivamente, el origen teórico de la arquitectura vernácula subterránea. Pero lo son por el mero hecho de que su desarrollo cronológico es anterior, ya que no comparten otra característica más que la de ser subterráneas: ni técnicas constructivas, ni modelos tipológicos, ni tan siquiera un área geográfica común. Podemos decir, por tanto, que la arquitectura vernácula subterránea —o más propiamente, excavada, ya que así se introduce la intenciona-

lidad de seguir un proceso constructivo de excavación según un proyecto o modelo preconcebido que puede ser la repetición de un tipo ancestral— poco o nada tiene que ver con las cuevas prehistóricas. Es, sencillamente, un tipo de arquitectura vernácula que adapta y transforma el terreno natural como material de construcción. Otra diferencia conceptual radica en que la cueva prehistórica carece de ese carácter de habitación estable que identifica a la casa-cueva popular. Por estos motivos, evitaremos el empleo de la expresión “vivienda troglodita” habitual en otros estudios: hablaremos de construcciones o arquitecturas subterráneas o de viviendas-cueva. «Al principio los hombres para defenderse de las inclemencias del Cielo, o se acogían a los troncos de acopados árboles, o se retiraban a las cuevas, que en las faldas de los montes sin arte humano avía labrado la naturaleza» [3]; «empezaron unos a disponer sus cubiertos de ramas: otros a cavar cuevas á la raíz de los montes» [4]. Esa es precisamente la diferencia que queremos subrayar: el proceso constructivo de excavación y adaptación del terreno natural que define la arquitectura subterránea frente al simple empleo de cavidades naturales. La arquitectura subterránea utiliza un modelo de construcción «por substracción», frente a la arquitectura «por adición» o arquitectura construida. La primera emplea como único material de construcción el propio terreno natural, mientras que la segunda se ha valido de todo tipo de materiales que exigen una previa transformación o elaboración.

Entonces, ¿cuándo se empiezan a excavar las primeras casas-cueva tal y como las conocemos hoy día? Esta duda se nos plantea siempre que estudiamos cualquier manifestación de arquitectura popular, ya que entendemos que la arquitectura popular es una arquitectura sin innovación: el uso continuado de la misma por parte de generaciones sucesivas, que han ido arreglando, ampliando y cambiando los elementos según la necesidad les ha requerido (como arquitectura orgánica que es) y el tradicionalismo hacen prácticamente irresoluble la cuestión. Parece ser que «se constata una consolidación en su empleo como vivienda desde la llegada castellana y la necesidad de habitación que demandaban tanto los musulmanes expulsados de sus propiedades, como la población que acompañaba a las tropas castellanas. Dicha situación obligó a cambiar la funcionalidad de un espacio ya conocido como almacén y que por sus especiales características de habitabilidad y conservación de temperatura era además idóneo para ser utilizado como vivienda» [5]. La edad de oro de la vivienda-cueva española parece desarrollarse desde el siglo XVIII hasta mediados del XX [6]. Por poner un ejemplo, Paterna pasó de tener 169 viviendas subterráneas en 1854 a 289 en 1899 albergando 1212 coveros [7]. En Villacañas, se contabilizaron 1.200 silos en 1920, mientras que en 1959 el número llegó a 1.700 de un total de 3.200 viviendas. La expansión de este fenómeno fue tal que se desarrollaron barrios enteros de parcelación silera [8]. Sin embargo, la creencia popular atribuye en numerosas ocasiones a los “moros” la construcción de los barrios de cuevas que solían aparecer extramuros de los pueblos, si bien sí que hay conjuntos de casas-cueva en poblamientos islámicos [9], muchas veces habitadas por clases bajas de la sociedad. Se han asociado, denotando cierto carácter peyorativo, a las cuevas con las clases marginales. Caro Baroja apuntaba que en las viviendas cueva habitaban

«gentes pobres o que se hallan un poco al margen de la sociedad», añadiendo que «dentro de las cuevas, los gitanos se dedican a la industria metalúrgica, pero son el trabajo como jornaleros en la siega y recogida de aceitunas, algunas cabras y gallinas, así como la fabricación de cestas y otras labores de mimbres y esparto, la base del sostenimiento de la mayoría de sus habitantes» [1]. Él mismo pone como argumento de la poca valía de este tipo de arquitectura con la siguiente cita: «cuando el amo y ocupante de la cueva encuentra quien le dé unas cuantas pesetas por ella, se da por bien pagado y en seguida se fabrica otra cueva donde el terreno y la propiedad se lo consienten, trasladándose a ella con los dos o tres pucheros de barro que parecen propiamente prehistóricos y los demás enseres que constituyen su ajuar» [10]. Bien es cierto que las cuevas no han sido nunca residencias señoriales, pero una pareja que excavaba su silo en Villacañas no eran más pobre que un pescador o agricultor valenciano que vivía en una barraca o un ganadero del sur de Soria que guardaba su ganado en tainas y habitaba una casa de adobe: «los coveros constituían una comunidad aparte, aunque no marginada» [7].

La arquitectura subterránea o excavada constituye un tipo más dentro de la arquitectura popular española, entendiendo por arquitectura popular aquella que es «concebida por y para los propios habitantes de un lugar, generalmente en las zonas rurales, y está vinculada por ello a las actividades campesinas y, en general, a unos usuarios cuyo medio de trabajo es esencialmente manual y, por consiguiente, se vincula a clases socioeconómicamente modestas» [11].

Las amenazas y la desconsideración generalizada sobre este tipo de construcciones queda patente en hechos como la circular que el Gobierno Civil de Granada envió con fecha 20 de mayo de 1963, publicada en el Boletín Oficial de la provincia y en el que, «a fin de contribuir al embellecimiento de los núcleos de población, carreteras y rutas de interés turístico», se insta a los Ayuntamientos a que procediesen al «derribo de chabolas, barracas y cuevas, cuya construcción prohibirán en lo sucesivo . . . esforzándose igualmente en arbitrar soluciones en los casos en que fuera preciso desalojar y procurar nueva vivienda a los posibles moradores» [12].

En el censo de 1925 se registraron abundantes viviendas de este tipo. Pasada la Guerra Civil, se promulgó la ley de Regiones Devastadas en la cual se establecían las condiciones mínimas de habitabilidad. Una de las consecuencias fue el abandono y desaparición de muchas casas-cueva [13].

No obstante, como ha quedado patente en el párrafo anterior, la clase socio-económica de los moradores de las casas-cueva quedaba reflejada en algunos de los aspectos de la misma, por ejemplo, el pequeño tejado construido en la fachada para preservar la misma de la acción de la lluvia y de la escorrentía, puede no aparecer. En su lugar encontramos tejado de cañas y ramajes. O una circunstancia incluso más evidente era el número de habitaciones que componían la vivienda, de tal forma que normalmente las viviendas con pocas habitaciones confirman que pertenecen a familias con escaso poder adquisitivo [12].

En todos los textos clásicos se habla del abandono e las cuevas por su falta de salubridad, soleamiento o ventilación: «allí se guarecían de los cierzos, se ponían a cubierto de las lluvias, y allí se abrigan contra las intemperies de el tiempo.

Pero no podía dexas de oprimirlos la obscuridad, la humedad, y la tristeza de una habitación tenebrosa. La esterilidad, los baches, grietas, y aberturas del terreno daban poco alivio a su pena: todo era arenales, todo peñascos; de modo, que parece que el suelo mismo los arrojaba de sí» [14]. Veremos más adelante cómo las viviendas-cueva españolas carecen de estos problemas propios de las cavernas naturales utilizadas como abrigo por el hombre prehistórico. El abandono de la casa-cueva se ha producido paralelamente al abandono de la arquitectura popular española en su conjunto. Muchas viviendas excavadas se han adaptado a las nuevas necesidades añadiendo un cuerpo construido, generalmente con cocina y baño completos, pero manteniendo las habitaciones y dormitorios originales. Refiriéndose a las cuevas de Almería, Antonio Gil indica que «entonces [por 1943] se produjo la máxima extensión del fenómeno troglodítico almeriense por la gravísima crisis que la provincia atravesó tras la Guerra Civil» [15]. De hecho, «en Oria se dejaron de hacer tras la Guerra Civil, pero en Fiñana se han excavado en 1965 cuevas completamente nuevas y en 1986 aún se han hecho “recortes” ampliando cuevas anteriores» [15].

La construcción subterránea no sólo se ha destinado a vivienda. A lo largo de toda la Ribera del Duero (Soria, Burgos, Valladolid, Zamora) y en el área de Cariñena, entre otras zonas, se han excavado bodegas para la conservación del vino. También encontramos graneros o silos subterráneos. El término «silo» se emplea en la tierra manchega tanto para los graneros como para las viviendas subterráneas: «gruta artificial cavada en el interior de una montaña, revestida de fábrica, y á veces cubierta de paja, destinada á vivienda, por los pastores, ó á granero» [16]. El que estuviese revestido de paja era, según Benito Bails «precaución indispensable donde el terreno es húmedo» [17]. Los silos manchegos podían tener dimensiones considerables. Señala Óscar Jerez que el silo de La Rinconá o de Tijearas «tiene capacidad para 14 yuntas (28 mulas) y en su interior, junto a otros elementos característicos de estos habitáculos, aparece un pozo» [18].

Con estas consideraciones queremos desterrar las connotaciones de primitivismo, precariedad, provisionalidad e insalubridad que se han imputado a las arquitecturas subterráneas.

La excavación de viviendas subterráneas en España no es propia de un área geográfica concreta, sino que está repartida por casi todo el territorio. Sólo con el topónimo “Cueva” o “Cuevas” hay 44 poblaciones. Encontramos construcciones subterráneas en Tierra de Campos (Valladolid y Palencia), el valle del Ebro a su paso por La Rioja y Navarra, el valle del Jalón (Zaragoza), el valle del Tajuña (Madrid), La Mancha (Toledo y Ciudad Real), La Manchuela y valle del Júcar (Albacete y Alicante), la Huerta de Valencia, el suroeste de Alicante, la hoya de Guadix y la altiplanicie de Baza-Huércar (Granada), los valles de los ríos Andarax y Almanzora (Almería), Gran Canaria y Baleares. Sin embargo, es en Andalucía donde más se han desarrollado las viviendas subterráneas, principalmente en Granada y Almería, de donde Caro Baroja supone que irradió el modelo de cueva primitiva y «aunque estas “cuevas” sean naturales, pueden haber inspirado para hacer las artificiales que hoy usan también no sólo los andaluces, sino bastantes castellanos, aragoneses y hasta navarros de la zona meridional» [1].

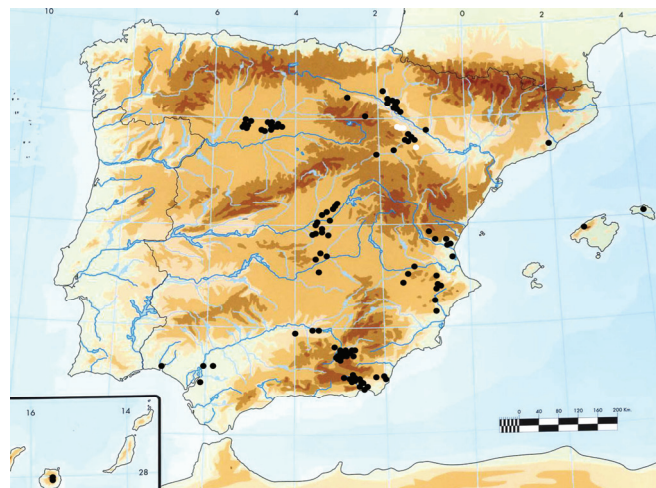


Figura 2. Poblaciones con arquitectura subterránea en España

Uno de los objetivos de la presente comunicación es relacionar el empleo de esta arquitectura con los factores que han podido influir en su adopción como tipo habitacional, estableciendo una serie de consideraciones comunes a través del estudio de las particularidades geológicas y climáticas de las áreas geográficas en las que se da la arquitectura subterránea en España. Con este fin se ha elaborado un mapa de situación de las localidades españolas en las que se encuentran casas-cueva. Este mapa se ha superpuesto sobre los mapas litológico, geológico, de precipitaciones y temperaturas. Se tratan de factores que condicionan, facilitan o posibilitan la adopción de este tipo, pero que no son necesariamente determinantes.

II. CONTEXTO GEOLÓGICO

En una primera visión del mapa de situación se nos anuncian algunos datos importantes. En primer lugar, la adopción del empleo de estas arquitecturas se da en la mitad oriental de la península, principalmente. Algunas se agrupan en los alrededores de los cauces de los ríos, no existiendo en zonas de montaña. La orografía local no es un factor determinante: se localizan tanto en terrenos llanos (Villacañas, Paterna) como en colinas o suaves pendientes (Guádix) o en acantilados y paredes abruptas (Alfafara, Almanzora). En cualquier caso, tal y como observa Sorroche Cuerva en su estudio sobre la arquitectura popular granadina, las cuevas se ubican «generalmente en zonas elevadas, no sólo por las características del terreno en el que se realizan, sin por motivos de seguridad, para resguardarse de posibles riadas. El no restarle terreno a las tierras de labor sería otra de las causas de la ubicación de estas viviendas» [19].

Cuando se señalan las poblaciones en las que se da este tipo de arquitectura sobre el mapa litológico o geológico de la península ibérica, se observa rápidamente sólo se ha dado en terrenos calizos y arcillosos, siendo inexistente en los silíceos. En efecto, los terrenos silíceos, que ocupan la mitad occidental de la Península Ibérica, se formaron durante la Era Primaria o incluso con anterioridad y se componen de granitos, cuarcitas, gneises y algunas pizarras, esto es: principalmente rocas plutónicas y sedimentarias duras que afloran en la superficie y

que imposibilitan cualquier labor de excavación. Esta es la razón por la que no se ha desarrollado la arquitectura subterránea en estos suelos. Por su parte, los terrenos calizos se formaron en la Era Secundaria y parte de la Terciaria y en ellos predominan rocas sedimentarias como las calizas, areniscas y margas. Estas rocas, muchas de ellas formadas por depósitos oceánicos, son más blandas y permiten la excavación, además de presentar la cualidad de endurecerse al contacto con el aire. Por último, los terrenos arcillosos son los más recientes, de las Eras Terciaria y Cuaternaria. Ocupan las cuencas de los principales ríos y en ellos se encuentran arcillas, margas, yesos, arenas y aluviales. Su blandura e impermeabilidad los hace idóneos para el desarrollo de las construcciones subterráneas. Un cuarto tipo de terrenos serían los volcánicos (principalmente en las Islas Canarias), en los que se pueden encontrar conductos y galerías volcánicas utilizables como viviendas, así como depósitos de cenizas y conglomerados en los que la excavación no requiere esfuerzo.

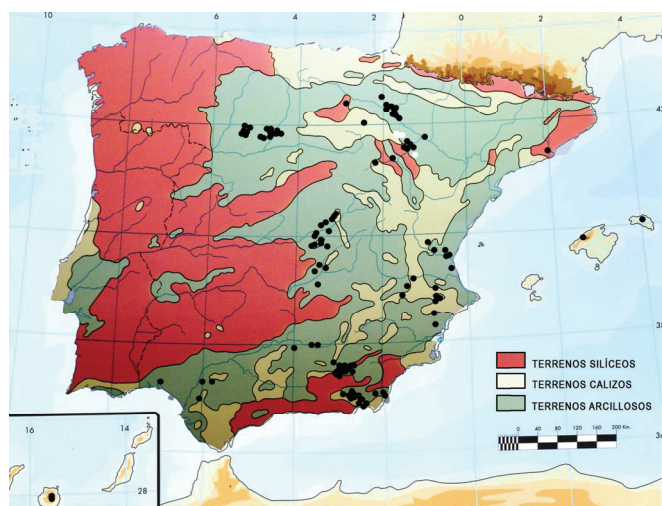


Figura 3. Mapa litológico de España en el que se han señalado las zonas en que hay construcciones subterráneas

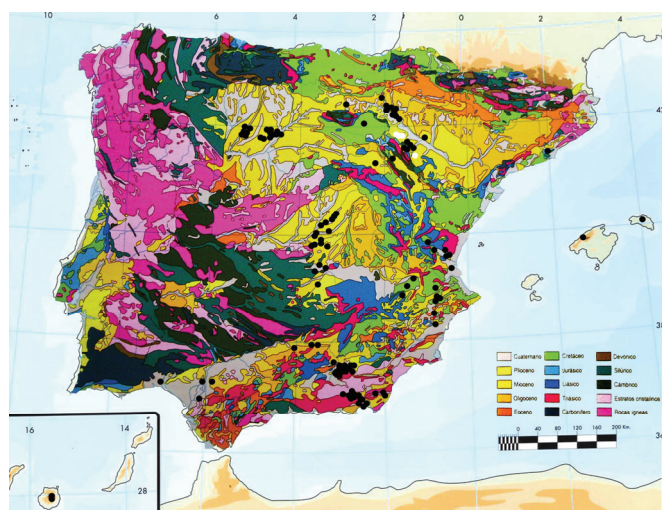


Figura 4. Mapa geológico de España

Un estudio más localizado nos revela que la Tierra de Campos y los valles del Cerrato (Valladolid y Palencia) están

formados por calizas y depósitos aluviales fluviales de arenas y arcillas del Cuaternario [20], el Tajuña (Madrid) discurre por un profundo valle de escarpes de yesos y margas yesíferas del Terciario y depósitos de arenas del Cuaternario en el lecho del río, el terreno manchego se formó entre el Secundario y el Terciario y presenta rocas sedimentarias margosas y yesíferas de naturaleza impermeables [8], la zona de Chinchilla (Albacete) se asienta sobre bancos dolomíticos (caliza con magnesio) escalonados alternados con rellenos margosos-arenosos poco compactados, en la Huerta de Valencia se encuentran depósitos arenosos del Terciario bajo una costra caliza, así como zonas arcillosas de aluviones deltaicos [21], la hoya de Guádix perteneció a una cuenca sedimentaria en la que predominan los limos, areniscas, arcillas, margas y yesos en capas horizontales alternados con costras calizas [19], los valles del Almanzora y del Andarax en Almería discurren por terrenos del Triásico, «con presencia de margas y conglomerados blandos que permiten una fácil excavación y suelen presentar un buen grado de consistencia e impermeabilidad» [15]. En general, como ya indicaba García Mercadal, «la adopción de este tipo de vivienda, quizá de origen prehistórico, exige la existencia de terrenos terciarios apropiados, compuestos de conglomerados de arenisca, margas y calizas, en rocas muy compactas, impermeables y aisladoras de la humedad, blandas al pico y con la propiedad de endurecerse por la acción atmosférica» [22].

Los habitantes y constructores de las viviendas subterráneas carecían de este conocimiento geológico y litológico de los suelos. Sin embargo sí que sabían que en una misma zona hay terrenos distintos y que algunos son más blandos e impermeables que otros. Esta explicación, ligada a razones de índole social, demuestra por qué es frecuente encontrar los “barrios de las cuevas”: las viviendas excavadas se agrupan en arrabales o zonas definidas de los pueblos y no se suelen relacionar con el resto del tejido urbano. Por ejemplo, en el valle del río Tajuña madrileño, las construcciones subterráneas se ubican en los terrenos margosos, por su impermeabilidad, así como las bodegas subterráneas de la Ribera del Duero Soriana lo hacen en el terreno arcilloso bajo la costra caliza superficial del páramo, en las laderas de los valles. En Aranda de Duero, las bodegas se excavan en una capa arenisca de unos 10–12 m de espesor bajo una primera de arcilla hasta que se topa con el estrato inferior de caliza.

III. CONTEXTO CLIMÁTICO

De igual manera que en el epígrafe anterior, aquí estudiamos la relación entre los factores climáticos y la adopción del modelo de la cueva como vivienda.

En lo que respecta a las precipitaciones, si observamos el mapa adjunto apreciaremos inmediatamente que la arquitectura subterránea se ha desarrollado en áreas geográficas en las que la precipitación media no supera los 400-500 mm/año. Efectivamente, uno de los problemas que pueden presentar las viviendas cueva es la aparición de humedades por filtración desde el terreno o de condensación por falta de ventilación. En Almería, la provincia junto con Granada donde más viviendas-cueva hay, apenas se recogen 196 mm/año de media.

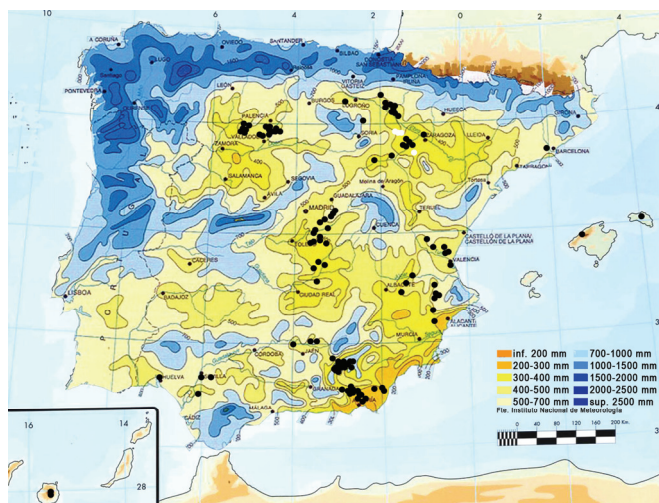


Figura 5. Mapa pluviométrico de precipitación media anual

En algunas zonas —como puede ser en Tierra de Campos, Madrid, La Mancha o el Valle del Ebro—, el clima es de tipo continental, caracterizado por unas grandes oscilaciones térmicas y de humedad, tanto diarias como anuales. Son frecuentes las heladas entre octubre y mayo (en Valladolid se registran 83 días de heladas al año, y unas temperaturas medias que oscilan entre los $-1,2^{\circ}\text{C}$ de enero y los $28,5^{\circ}\text{C}$ de julio, según la Agencia Estatal de Meteorología). Esto, como veremos más adelante, está directamente relacionado con uno de los mecanismos de aprovechamiento energético más importantes de este tipo de arquitectura como lo es la inercia térmica. Por el contrario, el litoral mediterráneo y el sureste andaluz, goza de un clima cálido de temperaturas más suaves en invierno pero muy calurosas en verano, con paisajes esteparios y subdesérticos de extrema aridez (Almería) y temperaturas medias máximas, que en el caso de Granada, superan los 33 grados entre julio y agosto, mientras que en enero el valor normal es de $1,2^{\circ}\text{C}$. Sorroche Cuerva nos indica que se encuentra «dentro del dominio del clima mediterráneo pero altamente continentalizado. Veranos cortos y calurosos e inviernos largos y muy fríos determinan una amplitud térmica interanual alta. Junto a esto, su ubicación interior y oriental respecto al territorio andaluz hace que se encuentre fuera de las vías principales de penetración de los vientos húmedos que traen las lluvias» [19].

Por lo general, la arquitectura subterránea española se encuentra en un medio natural árido, o por lo menos en ausencia de vegetación de porte cercana que pueda dañar las paredes de la cueva o cuyas raíces dificulten el proceso de excavación. Se extiende así mismo por zonas alejadas de acuíferos o en las que el nivel freático del terreno está por debajo del suelo de la cueva.

IV. ANÁLISIS TIPOLOGICO

La construcción subterránea engloba una serie de tipos arquitectónicos de diversa función. La casa-cueva y la vivienda subterránea son dos tipos que se pueden diferenciar, si bien se suelen emplear indistintamente. El primero atiende a aquellas excavaciones en laderas o que aprovechan abrigos y cuevas

naturales aunque después se modifiquen, mientras que el segundo hace referencia a una excavación sobre el plano horizontal y son viviendas a las que se accede desde una rampa. Sin embargo, construcciones subterráneas también son los pozos de nieve, las bodegas y lagares así como los silos de quintería (viviendas de carácter temporal para los temporeros que trabajaban en las labores agrícolas de los cultivos manchegos y andaluces).

A la hora de clasificar los tipos de vivienda excavada existentes, hemos de distinguir entre los tipos de asentamiento y los de vivienda propiamente dicha. Una tipificación inicial debe atender a si se trata del aprovechamiento de cuevas o abrigos naturales —no existiendo por lo tanto vaciado artificial— o si se ha abierto mediante técnicas de excavación. El primer tipo responde a la arquitectura más primitiva y a algunos casos de arquitectura popular, que en España se encuentran principalmente en las Islas Canarias. Allí se han aprovechado antiguos conductos volcánicos y se han habilitado como viviendas. Sin embargo, es el segundo grupo el de mayor variedad tipológica. Para su clasificación seguiremos la ya clásica adoptada por diversos autores como Gil Albarracín [15] o Jové Sandoval [13].

A. Clasificación de los asentamientos

Se distinguen dos modos de asentamiento que responden a los condicionantes topográficos y orográficos del lugar en el que se asientan.

El tipo de viviendas ubicadas en plano vertical se desarrolla en terrenos escarpados en los que la excavación se realiza en horizontal y el acceso de la vivienda se encuentra a la misma cota que la del terreno desde el que se accede. Según la inclinación de la pendiente, el proceso constructivo es distinto. En *pendientes abruptas*, se empieza a excavar en el mismo plano vertical, sin necesidad de realizar trabajos previos de preparación. Sus condiciones favorecen el desarrollo de viviendas en varias plantas, siendo las más frecuentes en dos aunque también podemos encontrar ejemplos de viviendas desarrolladas en cuatro alturas [12]. En estos casos, es muy importante el conocimiento de la capacidad del terreno y del espesor de la capa de “cielo” o de terreno necesario para evitar el derrumbe de la edificación. Por el contrario, la excavación de la casa-cueva *en ladera*, cuando la pendiente es menor, se inicia con el desmonte que formará el plano vertical de fachada. Podemos distinguir dentro de ésta aquellas dispuestas en torno a un montículo o las ubicadas en ladera con superposición de varios niveles.

El segundo tipo, el de viviendas ubicadas en plano horizontal —cuando el terreno es llano—, se ubicará por debajo de la cota del suelo. Podemos distinguir arquitecturas de *patio abierto* (o “excavación en fosa” [24]), cuando el acceso a la vivienda se efectúa por una “rampa” o escalinata que desemboca en el patio al que se abre la vivienda —dentro de éste se engloban los silos de Villacañas (Toledo), cuyo origen se achaca a los pozos de mina [8]—; y *en pozo*, cuando el acceso a la vivienda se efectúa mediante un pasadizo subterráneo.

Independientemente del tipo de asentamiento, dos factores que influyen considerablemente son el trazado urbanístico y la densidad de viviendas. En concreto, en relación a éste último,

se pueden apreciar notables diferencias de ocupación entre laderas enfrentadas, con una mayor densidad en las orientadas a sur frente a las opuestas, y dispuestas de tal forma que no se perturbe el asoleo de unas a otras.

Por otra parte, en el caso de laderas con gran densidad, las casas-cueva no se suelen disponer en grupos de más de dos o tres con objeto de garantizar una correcta evacuación del agua de la lluvia, condición clave para el mantenimiento y la preservación de este tipo de construcciones.



Figura 6. Viviendas cueva en Tielmes (Madrid). Se aprecian las chimeneas de ventilación



Figura 7. Villacañas (Toledo). Caña o rampa de acceso a la vivienda subterránea, chimenea y huecos de ventilación

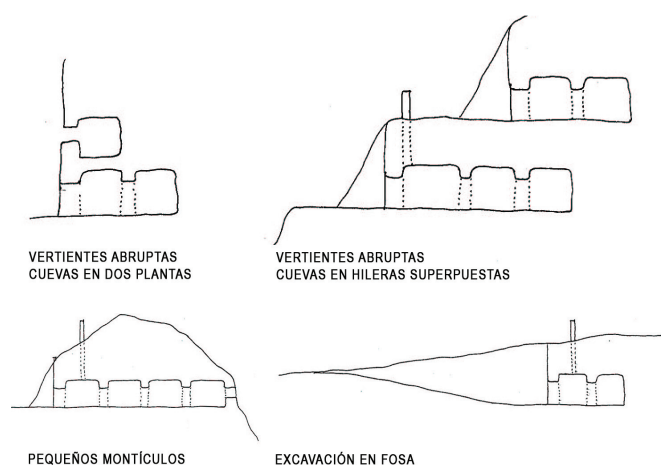


Figura 8. Tipos de asentamientos

B. Clasificación de las viviendas

En cuanto a los tipos de vivienda, dado el amplio repertorio de casos y variantes existentes, se trata de aportar una clasificación resumen de la “organización espacial” [13] que suele estar, a su vez, condicionada por el tipo de asentamiento en el cual se ubican. Se pueden distinguir los siguientes tipos: en fondo, en paralelo, en cruz o mixto.

En fondo (o “cueva túnel”). Su desarrollo es perpendicular a la fachada. Normalmente cuenta con el portal que hace las veces de cocina y una alcoba interior pudiendo aparecer más estancias en función de las necesidades familiares. Este modelo impide la ventilación e iluminación de las estancias interiores, a no ser por chimeneas. Suele ser el modelo característico de las áreas densamente pobladas en las que no se permita el crecimiento en fachada por carecer de espacio o bien de las familias con menores recursos económicos.

En paralelo (o “cueva fachada”). Se desarrolla paralelamente a la fachada principal. Este tipo tiene la ventaja de que todas las habitaciones disponen de luz y ventilación directas aunque presenta el inconveniente de una mayor exposición a las oscilaciones térmicas exteriores por lo que no suele aparecer en su estado puro presentando una segunda crujía amortiguada térmicamente por la primera. Al contrario del caso anterior, dada la gran superficie de ocupación de fachada se da en áreas donde la densidad no es elevada, correspondiéndose con zonas poco accesibles o con terrenos duros.

En cruz (o “cuevas cruciformes”). Podría incluirse dentro de las de tipo mixto puesto que combina los dos anteriores. Con ello, se garantiza la iluminación y ventilación de las estancias exteriores al tiempo que la protección térmica de la alcoba situada en segunda crujía. Dentro de éste Jové [13] identifica el denominado “de cruz reducida” en el que sólo se desarrolla uno de los lados de la cruz apareciendo dos estancias hacia el exterior y otra hacia el interior.

Mixto (o “cuevas mixtas y ramificadas”). Se engloban en este tipo todas aquellas que son el producto de la combinación de las anteriores y que responden a la relación necesidad-tiempo de las familias que los habitan. Dentro de ellas podemos encontrar las que favorecen la ventilación cruzada: de “doble fachada” que atraviesan montículos de pequeñas dimensiones, o las “de esquina”.

En lo que respecta a la distribución, los espacios, de unos 7–8m², se clasifican según la posibilidad de iluminación en estancias de día, estar y cocina, ubicadas en la primera crujía y de noche, los dormitorios, en las interiores, siendo la más importante a la que se accedía a través de la cocina por ser la más caliente. Su altura suele ser inferior a los dos metros aunque algunas construcciones pueden alcanzar los 4 y 5 metros en la clave de la bóveda.

El número más frecuente de habitaciones (76%) de las cuevas censadas en Andalucía [12] suele ser de 4 a 6, siendo las más frecuentes las de 5 habitaciones con un 26%. Entre unas y otras era frecuente disponer de una simple cortina aunque en los últimos años están siendo sustituidas por puertas.

En las zonas agrícolas, la vivienda se complementa con espacios para albergar la ganadería o los aperos de labranza, disponiendo de su entrada independiente y ubicándose en laterales de la fachada. La forma de estas estancias tendía a

formas redondeadas a diferencia de las estancias de la propia casa, con formas rectangulares.

En las viviendas subterráneas tiene una gran importancia la denominada “solana” [13], esto es, el espacio precedente a la vivienda, de relaciones sociales, y ligado a las formas de economía de la familia destinándolo originalmente a corral o huerto. En ocasiones, en este espacio se ubicaba un aljibe que recogía las aguas procedentes de la ladera para su aprovechamiento posterior [8]. Tal es el caso de las casas-cueva existentes en Chinchilla, en el barrio de los alfareros o de San Antón.

No obstante, con el paso del tiempo y la necesidad de adecuación de las viviendas a las condiciones de confort actuales, fue ocupado por construcciones anexas. En ellas se suelen ubicar los cuartos húmedos y a la zona de estar en invierno manteniendo los dormitorios en la zona excavada, con mayor acondicionamiento térmico y resguardadas de las oscilaciones térmicas.

C. Elementos significativos

En este apartado realizaremos un análisis pormenorizado de cada uno de los elementos que definen y caracterizan este tipo de edificaciones: fachada, chimenea e interiores.

La fachada suele ser bastante opaca, con el hueco de la puerta de entrada sobre el que se suele ubicar una ventana de pequeñas dimensiones, así como uno o dos huecos laterales. Todos los huecos a excepción del de acceso se ejecutaban desde el interior hacia el exterior con objeto de evitar errores en su ubicación. Los huecos de fachada suelen estar alineados en perpendicular con los huecos de paso hacia la segunda crujía para favorecer la penetración de la iluminación.

Por otra parte, el hecho de que presente pocos y reducidos huecos está relacionado con el funcionamiento térmico de la vivienda—esto es: se trata de mantener la temperatura interior evitando la oscilación térmica exterior— así como con el funcionamiento estructural y su conservación en el tiempo.

Así, para protegerla de la acción de la intemperie, la fachada suele estar revocada y protegida por un pequeño tejado, a modo de voladizo de unos cincuenta centímetros, constituido por ramaje en las viviendas más primitivas, por el vuelo de tejas cerámicas curvas o por estructura de madera protegida con teja. Dicho alero por la parte posterior se empotra en el terreno o se funde con él por medio de “una manta de barro y paja” [13] que habrá de reponerla anualmente después de las fuertes lluvias para asegurar su adecuado funcionamiento. En algunos casos de las casas-cueva de Tierra de Campos, el acceso a la vivienda está precedido por un portal exterior constituido por muros laterales característicos de la arquitectura popular.

Uno de los elementos más expresivos de este tipo de arquitectura son las chimeneas, que construidas con formas diversas: rectangular, troncopiramidal, troncocónica, o circular, cumple las funciones de ventilación, iluminación y evacuación de los humos, en el caso de la cocina. Al igual que las ventanas de fachada, su ejecución se realiza desde el interior hacia el exterior, no sólo por la ubicación como en el caso anterior sino también porque se garantiza la menor sección superior frente a la inferior y un tiro adecuado. En algunas zonas, como Villacañas, cada casa-cueva presenta dos chimeneas: una

redonda para la cocina y cuadrada para el comedor de respeto, además de las llamadas luceras, lumbreras o huecos horadados [12], de 30 cm a un metro de diámetro según el uso y desde prácticamente a ras del suelo o distanciadas de éste unos 15–20 cm en el caso de las más grandes. Estas servían para dar luz y ventilación a las habitaciones interiores además de ser el hueco por el que se introducía la paja, en el caso de los silos de Castilla-La Mancha. Las destinadas a ventilación e iluminación se tapaban con una piedra mientras que las más grandes se cubrían con piezas de piedra o cerámica [8].

Exteriormente, según las zonas en las que se ubican presentan acabado de barro y paja (Tierra de Campos), encaladas o enjalbegadas (Castilla-La Mancha y el sur de España), o de ladrillo o de piedra. En cualquier caso, el encuentro de la chimenea con el terreno siempre tendrá forma de media caña para alejar el agua de la lluvia y evitar filtraciones.

Otro de los aspectos significativos de estas casas cueva, son los acabados redondeados y con paramentos de textura rugosa característicos. Los encalados tenían la función de consolidar los paramentos así como procurar luminosidad y desinfectar. El suelo de las habitaciones es generalmente de yeso, tierra o, debido a actuaciones más recientes, cemento abrillantado con aceite [12].

V. TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Uno de los rasgos característicos de este tipo de arquitectura es que su sistema constructivo se basa en la sustracción de material en lugar de su adición, como es habitual en las construcciones tradicionales. Para su construcción se contaba con la mano de obra de los futuros propietarios de la vivienda (autoconstrucción) así como de sus familiares y los denominados “maestros de pico”, “cueveros” o “cuerquevero”, especializados en este trabajo. Los utensilios empleados para el vaciado eran simplemente pico y pala (“espinocha”: especie de zapapico; en Tierra de Campos [13]), acudiendo a los punteros en los casos en los que aparecieran áreas de mayor dureza.

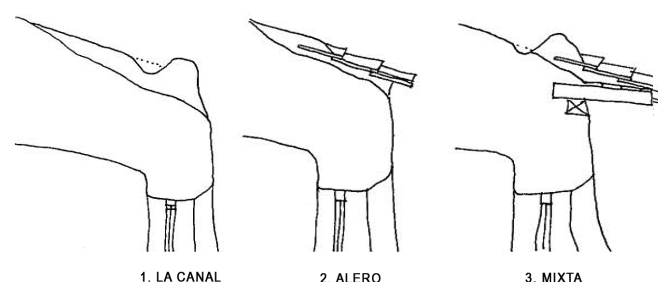


Figura 9. Distintas soluciones constructivas para desviar el agua de escorrentía y evitar la erosión de la fachada, según Jové Sandoval

Una vez seleccionado el lugar donde se ubicaría y la mejor orientación de la vivienda, la construcción se iniciaba por la fachada en otoño, coincidiendo con los “ciclos del campo”. Estas obras seguían un proceso distinto en función del tipo de asentamiento: en caso de terrenos con gran desnivel la excavación es directa, la fachada ya existe en sí. No sucede lo mismo con el caso de laderas o de terrenos llanos en los que

habrá que realizar un desmante previo con la formación del pozo o patio central (entre 3,50–4,10 metros de profundidad), a partir del cual se excava la rampa de acceso, caña o “entraera” con una pendiente aproximada del 30°. También existe la posibilidad de iniciar los trabajos excavando un tramo de pasillo en el fondo del cual se encontrará el acceso a la vivienda cuando el tipo es en pozo o “cueva-balsa” por Cano García, con ejemplos en Baza y Alamedilla [12] entre otras regiones.

Finalizada la fachada, se construye el canal, que a modo de canalón recoge las aguas previamente a la fachada, desviándolas y lanzándolas hacia el exterior por medio de una gárgola para evitar su deterioro por el arrastre de las mismas.

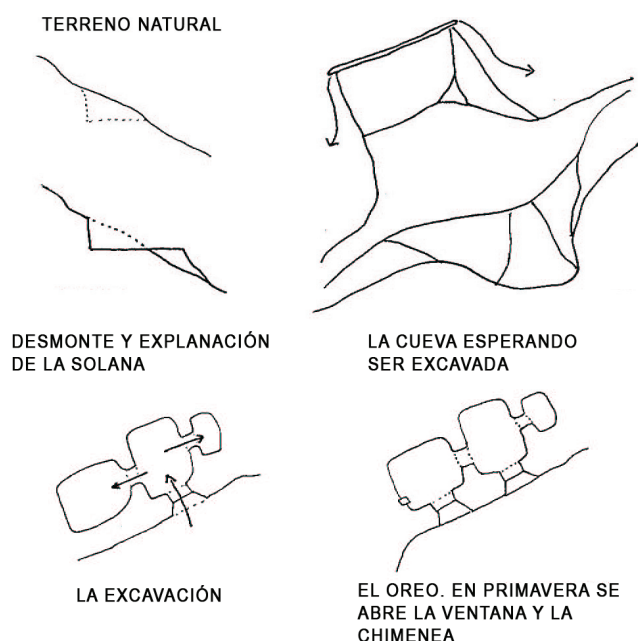


Figura 10. Proceso de excavación de una vivienda cueva: el primer año, según Jové Sandoval

En invierno, una vez reposada y eliminadas las humedades, se continúan las labores de excavación gracias a la ayuda del “cuevero”, en primer lugar se replantea la fachada centrando el hueco de acceso y se inicia la apertura del mismo. Tras dejar un espesor de metro o metro y medio, se inicia la excavación de la primera sala, el portal, donde se comprobará la facilidad de ejecución, la dureza del terreno y la capacidad de éste que determinarán los espesores de los muros, las dimensiones de las estancias y las proporciones y curvatura de las bóvedas. La excavación se inicia desde el techo hacia el suelo para comprobar la resistencia del terreno en el vaciado. Dependiendo de éste, la bóveda puede ser de cañón o de cañón rebajado, esquifada o incluso plana, con una altura en su punto de arranque de unos 1,80 metros, y una altura máxima de 2,40 metros [13], aunque en algunos casos dicha bóveda arranca directamente del suelo.

En cualquier caso, la directriz de las bóvedas responden al orden del proceso constructivo de la casa-cueva, de tal forma que el portal tiene su directriz perpendicular a fachada al ser ésta la dirección de excavación mientras que las laterales se desarrollan en paralelo a la fachada, esto es, perpendicular a la

anterior, siguiendo la dirección del trabajo de excavación [13].

En el primer año se excavaban el portal, la cocina y la despensa, que se terminarían en primavera para dejar orear la casa cueva hasta el verano que estaría suficientemente seca, tras lo que se encalaba quedando lista para habitar. El proceso de encalado había de iniciarse salpicando las paredes con cal muy espesa o con brocha de hojas de palma, ya que si se enjabelga se corre el riesgo de que se desmorone la arcilla al estar muy blanda. Una vez ejecutadas estas primeras capas, las siguientes aumentaban la consistencia del material.

En cuanto al acabado de los techos, en ocasiones, se disponían cañas paralelas (técnica del “encarrizado”) que posteriormente se recubría con ramajes y cuerdas, formando una capa espesa y continua que constituía un “armazón” que era encalado, al igual que el resto de los paramentos. En otras ocasiones, en lugar de encarrizado, se empleaba madera.

Las habitaciones de la segunda crujía se realizaban normalmente en los años posteriores, con un espesor de muro similar al de la fachada y dejando huecos de paso en contacto con la primera crujía de unos ochenta centímetros de ancho [25]. Las estancias de la segunda crujía no solían conectadas entre sí, excepto en los casos en los que responde al tipo de desarrollo en fondo. Es muy importante una correcta orientación con objeto de mantener las distancias suficientes entre viviendas, para asegurar un correcto funcionamiento estructural.

Si durante el proceso de excavación, se hallara alguna zona con material más blando como arenas, se cerraba con mortero de cal para evitar la posibilidad de derrumbamiento. Cuando aparecen grietas, es importante picar hasta hacerla desaparecer de lo contrario corre el riesgo de derrumbe. El terreno sacado se aprovechaba para rellenar y formar la solana de la vivienda, así como para ejecutar los adobes que servirían para construir las tapias del corral y los anexos.

Los primitivos habitantes de las Islas Canarias también habitaban en cuevas hasta que en el siglo XV este archipiélago se incorporó a la Corona de Castilla. Con la conquista desapareció la cultura aborígen y se importó una nueva cultura arquitectónica desde la península ibérica. A finales del siglo XVI, Felipe II envió al ingeniero italiano Leonardo Torriani para estudiar la fortificación de las islas. En su extensa *Descripción e historia del reino de las Islas Canarias* nos explica cómo construían sus viviendas los antiguos aborígenes, entre ellas las cuevas: “cuando querían fabricar de ese modo, primeramente escogían la ladera de alguna pendiente, para que, al socavar en dirección horizontal, tuviesen sitio donde ir en lo alto. Adentrándose algún tanto, hacían una gran entrada que servía de pórtico, y al lado de ésta dos lavaderos a modo de cisternas; y encima de la puerta abrían una pequeña ventana, por la cual entraba la luz en todas las habitaciones de la casa. Después, a una altura e diez a doce pies frente a la puerta, cavaban una sala larga, y su puerta casi tan grande como su largo. En medio de cada pared cavaban después una puerta, y de allí adentro labraban cuartos grandes y pequeños, según sus familias y necesidades. Pero al llegar encima del pórtico, a la altura de la sala, hacían otra pequeña ventana, por la que recibían todas las habitaciones segunda y tercera luz. Después hacían, tanto alrededor de la sala como las demás habitaciones, muchos nichos, a poca altura del piso, para sentarse y colocar en ellos algunas cosas manuales de su casa.

Estas habitaciones las hacían los canarios en las cuevas de los montes o las cavaban en la toba o en la tierra, sin madero ni hierro ni otro instrumento, sino con huesos de cabra y con piedras muy duras” [26].

Las viviendas-cueva canarias, sin embargo, siguieron en uso tras la conquista hasta bien entrado el siglo XX, por lo que el texto del ingeniero cremonés no ha perdido vigencia.

VI. MECANISMOS DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

Finalmente, en este apartado vamos a analizar los mecanismos de aprovechamiento energético que son característicos de este tipo de construcciones y que ha llevado, a partir de la crisis del petróleo de los años 70 a recuperarlas como construcciones que minimizan el consumo energético.

Como se ha comentado, estas construcciones se ubican en tierras áridas con lluvias que nunca sobrepasan los 400–500 (llegando a extremos como en el sureste andaluz, donde apenas llueven 75 días al año) de tal forma que se asegura un nivel de humedad adecuado en la cueva como para poder habitarla así como que se elimina el riesgo de hundimiento que podría provocar las abundantes lluvias. Sin embargo, siempre existirá el riesgo de que una tormenta o una riada provoquen inundaciones en las construcciones subterráneas, como fue el caso de Villacañas, en donde hubo que lamentar numerosos ahogados.

Además, dicha ausencia de lluvias, garantiza un mayor número de días despejados con las posibilidades de aprovechamiento de radiación solar. Pero, también, da lugar a fuertes heladas invernales y tórridos veranos. Efectivamente, el clima de estas ubicaciones está definido por unas amplias oscilaciones térmicas no sólo entre estaciones del año, sino incluso entre día y noche llegando a haber diferencias de incluso 30 °C.

En este sentido, la inercia térmica o la capacidad de acumulación de energía de un determinado elemento se muestra como la forma más adecuada de hacer que dichas oscilaciones sean imperceptibles en el interior, esto es: que las construcciones sean térmicamente estables. El funcionamiento bioclimático de las casas-cueva se fundamenta en este principio, siendo el máximo exponente en este sentido. La inercia térmica es tan importante que el desfase y la amortiguación hacen prácticamente imposible la incidencia del clima sobre la construcción permitiendo alcanzar situaciones de confort en el interior de las edificaciones en climas adversos.

A pesar de que el confort en el interior de la casa-cueva está garantizado en las condiciones de verano, en las de invierno la temperatura en el interior puede encontrarse muy por debajo de la de confort actual aunque sí respondían perfectamente a las fijadas en siglos anteriores. No obstante, los parámetros de confort varían en tiempo y lugar. Este problema se solventa con gran facilidad gracias al aporte energético de la cocina que, ubicada en la primera crujía, supone un colchón térmico para las estancias interiores, o incluso a la presencia del ganado en el interior de la vivienda como era común en otros tipos de vivienda popular.

Por otra parte, como consecuencia de la influencia del cli-

ma, en el terreno se produce un gradiente térmico que determina que la temperatura en cada punto sea diferente según la distancia a la superficie. Del mismo modo, la oscilación térmica en el interior de la casa-cueva cambia en función de la profundidad a la que se encuentre ésta, pudiendo variar entre la media del día, cuando se dispone de aproximadamente 50–75 centímetros de espesor, o la media del año, con profundidades de 10–12 metros, dependiendo del tipo de terreno y de cobertura. De hecho, los métodos de cálculo empleados para determinar la temperatura del suelo tienen en cuenta no sólo la temperatura media de la superficie el suelo y su oscilación a lo largo del año sino también la difusividad térmica del material que lo constituye, esto es, la velocidad de calentamiento del mismo que está en función de su conductividad térmica, la densidad y del calor específico.

En el caso del suelo de la casa-cueva, se ha comprobado que se produce una alteración en el comportamiento de las isotermas cercanas de tal forma que su temperatura es mayor que la que le correspondería por cota [27].

En segundo lugar, hemos de destacar la ventilación como otra de las estrategias en este tipo de construcciones. La humedad contenida en el terreno y la propia del uso de la edificación junto con las bajas temperaturas propias de estos espacios en condiciones de invierno provocaría situaciones de disconfort constantes al aumentar la sensación térmica de frío con la presencia de humedad. La forma de garantizar esta eliminación de humedades es la ventilación. Esta queda eficazmente resuelta en el caso de los silos de Castilla-La Mancha donde el tiro se produce por la diferencia de presión entre dos chimeneas situadas próximas y a distinta altura.

En tercer lugar, aunque con menor importancia, otra de las estrategias es el aprovechamiento pasivo de las construcciones, esto es: la utilización de los propios elementos de la construcción para acumular energía. Las casas-cueva, como hemos mencionado en apartados anteriores, se ubican con orientación sur principalmente para aprovechar no sólo la iluminación sino principalmente la radiación solar. Si bien la estrategia principal es la defensa frente al frío, durante las horas del día y en condiciones de invierno, los huecos permiten el paso de la radiación solar que calentará los elementos constructivos sobre los que incida (suelo y paredes principalmente) pero además templará el aire. La distribución de las viviendas y la apertura de las estancias entre sí garantizan la transferencia energética de unas a otras y evita el sobrecalentamiento que podría producirse en la estancia captadora de energía. Por el contrario, en condiciones de verano, el retranqueo del hueco y el pequeño voladizo sobre la fachada permite protegerla de la incidencia de los rayos solares.

Asociado al aprovechamiento de la radiación solar, se encuentra la defensa frente a los vientos dominantes de invierno [13]. De hecho estas construcciones suelen ubicarse de espaldas hacia éste, de tal forma que se minimiza el intercambio energético con el exterior y el espacio de “la solana” se hace habitable y aprovechable incluso en condiciones de invierno.

VII. CONCLUSIONES

Como ha quedado patente a lo largo del estudio, este tipo de construcciones aseguran la permanencia de una tradición

histórica y cultural, se adaptan completamente al clima en el que se ubican, minimizando el impacto energético para alcanzar las condiciones de confort, y emplean materiales locales (tanto, que la propia arquitectura se introduce dentro del material), con ciclo de vida cerrado; mano de obra local, fomentando la colaboración y participación de la ciudadanía en el proceso constructivo. Por todo ello, las construcciones subterráneas pueden considerarse sostenibles en las que convergen factores no sólo energéticos sino sociales, económicos y culturales.

REFERENCIAS

- [1] Caro Baroja, Julio, *Los pueblos de España*, Madrid: Istmo, 1981, vol 2, p, 275–276
- [2] L. Torres Balbás, «La vivienda popular en España», en F. Carreras y Candi (dir.), *Folklore y costumbres de España*, III, 137–502, Barcelona: Alberto Martín, 1933
- [3] G. Brizguz y Bru, *Escuela de Arquitectura Civil, en que se contienen los ordenes de Arquitectura, la distribución de los planos de templo y casas, y el conocimiento de lo materiales*, Valencia: Oficina de Joseph de Orga, 1738, (Edición facs. Zaragoza: Colección Arquitecturas de los Precursores, COA de Aragón, 1992)
- [4] M. Vitubio Polián, *Los Diez Libros de Arquitectura de M. Vitruvio Polián, Traducidos del latín, y comentados por Don Joseph Ortíz y Sanz*, Madrid: Imprenta Real, 1787 (Edición facs. Barcelona: Serie Arte y Arquitectura, Editorial Alta Fulla, 1987)
- [5] Sorroche Cuerva, Miguel Ángel. «Tipologías constructivas en el noreste de la provincia de Granada. Materiales de construcción. Tipos y técnicas en la arquitectura tradicional». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol. 2, pp. 1069–1075, Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2000
- [6] F. G. Seijo Alonso, *Arquitectura alicantina. La vivienda popular I*, Alicante: Biblioteca alicantina, 1973
- [7] M^a Á. Arazo y F. Jarque, *Arquitectura popular valenciana*, Valencia: Diputación provincial de Valencia, 1995
- [8] F. García Martín, *Cuevas y silos. Viviendas subterráneas en Castilla-La Mancha*, Madrid: Celeste Ediciones, 2001
- [9] G. Fernández Serrano y J. L. Valiente Pelayo, *Arquitectura rural tradicional en la comarca de La Manchuela: la arquitectura civil y popular*, Albacete: Instituto de Estudios Albaceteños «Don Juan Manuel», 2005
- [10] R. Bernabéu Román, «Les casetes dels moros del alto Clariano, Contribución al estudio de las cuevas artificiales», en *Boletín de la Sociedad Española de Excursiones*, 26 (1918), p. 69–99, Citado en Caro Baroja 1981, 2, 328
- [11] de Cárdenas y Chávarri, Javier; Luis Maldonado Ramos e Ignacio Javier Gil Crespo, *Arquitectura popular de Lanzarote*, Madrid: Fundación Diego de Sagredo, 2007
- [12] M. E. Urdiales Viedma *Cuevas de Andalucía: evolución, situación y análisis demográfico en la provincia de Granada*, monografía 3, tomo I, Granada: Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1987
- [13] F. Jové Sandoval, *La vivienda excavada en tierra, El barrio del Castillo en Aguilar de Campos: Patrimonio y técnica constructiva* Valladolid: COACYLE, Universidad de Valladolid, 2006
- [14] Abad M. Pluche, *Espectáculo de la Naturaleza, o conversaciones a cerca de las particularidades de la Historia Natural, que han parecido más a propósito para ejercitar una curiosidad útil, y formarles la razón a los Jóvenes Lectores: Parte Séptima, que contiene lo que pertenece al hombre en sociedad, Escrito en el Idioma Francés por el Abad M. Pluche, y traducido al Castellano por el P. Estevan de Terreros y Pando, Maestro de Matemáticas en el Real Seminario de nobles de la Compañía de Jesús de esta Corte*, Madrid: Oficina de D. Gabriel Ramírez, 1755
- [15] Gil Albarracín, *Arquitectura y tecnología popular en Almería*, Granada: Ediciones Anel, 1992
- [16] J. Adeline, *Vocabulario de Términos de Arte, escrito en francés por J. Adeline, Traducido y aumentado con más de 600 voces y anotado por José Ramón Mélida*, Madrid: Obra publicada por la empresa de La Ilustración Española y Americana, 1887, (Edición facs. Madrid: Est. Tip. «Sucesores de Rivadeneyra», 1992,)
- [17] B. Bails, *Diccionario de Arquitectura Civil, Obra Póstuma de Don Benito Bails*, Madrid: Imprenta de la viuda de Ibarra, 1802, (Edición facs. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Asturias, 1973)
- [18] Ó. Jerez García, *Arquitectura popular manchega*, Ciudad Real: Diputación de Ciudad Real, 2004
- [19] M. Á. Sorroche Cuerva, *Poblamiento y arquitectura tradicional en Granada. Patrimonio de las comarcas de Guadix, Baza y tierras de Huéscar*, Granada: Universidad de Granada, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Granada, 2004
- [20] J. M. Tejero de la Cuesta (dir.), *Análisis del medio físico. Delimitación de unidades y estructura territorial*, Valladolid: Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento, 1988
- [21] F. Aranda Navarro, *Materia prima, Arquitectura subterránea excavada en Levante*, Valencia: Ediciones generales de la Construcción, 2003
- [22] F. García Mercadal, *La casa popular en España*, Barcelona: Gustavo Gili, [1930] 1981
- [23] F. Benito, (coord.), *Arquitectura tradicional de Castilla y León*, Valladolid: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 1998
- [24] M^a J. Lasaoa Castellanos, A. Ron Cáceres, J. Á. Santiago Lardón y R. de Torres López-Muñoz, *Arquitectura subterránea*, Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1989
- [25] L. Torres Balbás, «El tradicionalismo en la arquitectura española», en *Arquitectura* 6 (octubre de 1918)
- [26] L. Torriani, *Descripción e historia del reino de las Islas Canarias*, Santa Cruz de Tenerife: Ediciones Goya, [1590] 1978, p. 99
- [27] F. J. Neila González, *La acumulación de las energías renovables (II): La arquitectura subterránea* Madrid: Cuadernos del Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2000
- G. M. Cano García, *Un ejemplo de karst mecánico en las rocas blandas: Las torcas de Guadix*, Madrid: Estudios Geográficos, 1975, pp. 247–263
- G. M. Cano García, *La comarca de Baza*, Valencia: Estudio de Geografía Humana, Dto, Geografía, Facultad de Letras, 1974
- de Cárdenas, Gonzalo, *La casa popular española*, Bilbao: Editorial de Conferencias y Ensayos, 1944
- Cea Gutiérrez, M. Fernández Montes, L. A. Sánchez Gómez, *Arquitectura popular en España, Programa temático: antropología cultural y social*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1990
- L. V. Elías Pastor y R. Moncosí de Borbón, *Arquitectura popular de La Rioja*, Madrid: MOPU, 1978
- J. Fariña Tojo, *La ciudad y el medio natural*, Madrid: Akal, 1998
- L. M. Feduchi, *Itinerarios de arquitectura popular española*, Barcelona: Blume-Labor, 1974
- G. Fernández Serrano y J. L. Valiente Pelayo, *Arquitectura rural tradicional en la comarca de La Manchuela: la arquitectura civil y popular*, Albacete: Instituto de Estudios Albaceteños «Don Juan Manuel», 2005
- Flores López, *Arquitectura popular en España*, Madrid: Ediciones Aguilar, 1973–1977
- L. Maldonado Ramos y F. Vela Cossío, *De Arquitectura y Arqueología*, Madrid: Ediciones Munilla-Lería, 1998
- L. Maldonado Ramos, F. Castilla Pascual y F. Vela Cossío «Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra comprimida». En *Informes de la Construcción*, vol. 53, n^o 473, mayo-junio 2001
- F. J. Neila González, *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*, Madrid: Editorial Munilla-Lería, 2004
- S. Martín Ocaña, «Tesis doctoral: Técnicas constructivas bioclimáticas en bodegas. Estudio en el marco de la reutilización de edificios agrarios», *Revista de Soria*, 58, segunda época, otoño 2007
- L. Torres Balbás, «El tradicionalismo en la arquitectura española», en *Arquitectura* 6 (octubre de 1918)
- G. A. Whitten y J. R. V. Brooks, *Diccionario de Geología*, Madrid: Alianza Editorial, [1972] 1980 (revisión técnica de J. A. Martínez Álvarez y M. Gutiérrez Claverol; versión en español de J. J. Ruiz Olavide)

Fundación Diego de Sagredo

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
Avenida Juan de Herrera 4, 28040 Madrid. España
Teléfono (+34) 91 336 65 10; Fax (+34) 91 336 65 72
e-mail: fds.arquitectura@upm.es
www.diegodesagredo.com